



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**



**RAFAEL GOMES SENA SANTOS NETO**

**ESTUDOS NEOTECTÔNICOS NO MUNICÍPIO DE DIVINA PASTORA,  
ESTADO DE SERGIPE.**

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2019**

**RAFAEL GOMES SENA SANTOS NETO**

**ESTUDOS NEOTECTÔNICOS NO MUNICÍPIO DE DIVINA PASTORA,  
ESTADO DE SERGIPE.**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
em Geologia Bacharelado da  
Universidade Federal de Sergipe, como  
requisito parcial para obtenção do grau  
de Graduado em Geologia.  
Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Aracy Sousa Senra.**

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2019**

**RAFAEL GOMES SENA SANTOS NETO**

**ESTUDOS NEOTECTÔNICOS NO MUNICÍPIO DE DIVINA PASTORA,  
ESTADO DE SERGIPE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geologia Bacharelado da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado em Geologia.

Aprovado em 26 de março de 2019.

**RAFAEL GOMES SENA SANTOS NETO**

**ESTUDOS NEOTECTÔNICOS NO MUNICÍPIO DE DIVINA PASTORA, ESTADO  
DE SERGIPE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geologia Bacharelado da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado em Geologia.

Aprovado em 26 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA:



Dra. Aracy Sousa Senra  
Orientadora



Dr. Luiz Alberto Vedana  
Membro Avaliador



MSc. Leidiane Cerqueira de Carvalho de Liz  
Membro Avaliador

A minha família, razão de minha  
existência.

A Deus.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus que permitiu tudo isso acontecer ao longo de minha vida, não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos. É o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço a minha mãe, Dona Jaciara, heroína que me deu apoio nesses longos meses distantes, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai, Seu Rafael, que, apesar de todas às dificuldades, me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Ao meu irmão Renan, por todos os momentos em que esteve ao meu lado, sendo parceiro em todas as horas.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aracy Sousa Senra, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivos, e principalmente pela paciência e leveza com que levou a me orientar nesse trabalho. Agradeço também ao grande apoio que recebi dos meus colegas de trabalho do NEGAA, especialmente a João Paulo.

A Universidade Federal de Sergipe, pela oportunidade de fazer o curso.

A todos os meus amigos que me acompanham desde sempre: na igreja, no IFS, na UFS, meus companheiros de estágio da Yamana Gold (sofremos muito juntos rs), e a todos os amigos que a vida fez questão, felizmente, de pôr em meu caminho.

Em especial, agradeço a pessoa que por muitas vezes foi o meu refúgio, minha âncora e companheira de vida. Te amo, Gabriela.

***“É necessário sempre acreditar que o sonho é possível.***

***Que o céu é o limite e você, truta, é imbatível.***

***Que o tempo ruim vai passar, é só uma fase.***

***Que o sofrimento alimenta mais a sua coragem. ”***

*A Vida é Desafio – Racionais MC's*

## RESUMO

As regiões Centro-Norte e Nordeste do Estado de Sergipe têm registrado abalos sísmicos de baixa magnitude nos últimos anos apesar do seu contexto geotectônico mais antigo e, conseqüentemente, mais estável. Visando conhecer e compreender o contexto neotectônico sergipano, buscou-se caracterizar as condições estruturais predominantes, inicialmente no município de Divina Pastora, região central do Estado. O município é constituído pelas unidades litoestratigráficas do Quaternário e Neógeno, rochas da Bacia Sergipe-Alagoas, conglomerados e arenitos grossos do Membro Angico, rochas calcárias do Membro Maruim e intercalações de folhelho do Membro Taquari, ambos pertencentes a Formação Riachuelo, além de uma pequena porção no noroeste do município de calcários e dolomitos da Formação Olhos d'Água. A unidade principal e foco do trabalho é o Grupo Barreiras (Sequências Superficiais), constituído por conglomerados e arenitos extremamente friáveis e que recobrem uma faixa considerável da área estudada. Este trabalho apresenta os dados estruturais coletados nesta região, os quais foram obtidos em imagens de satélites e em campo. Os lineamentos estruturais adquiridos a partir de Extração Manual e Automática refletem uma predominância nas direções NW-SE e NE-SW, consoante as estruturas de fraturas e falhas observadas em afloramento no Grupo Barreiras, bem como na Formação Riachuelo. A hipótese levantada é de que o contexto neotectônico atual reflete a reativação de lineamentos estruturais mais antigos relacionados a estruturação da Bacia Sergipe-Alagoas. A partir dessas informações, esse trabalho vem reforçar a continuidade de estudos que correlacionem a Neotectônica e a sua implicação com Riscos Geológicos, para um melhor preparo de medidas preventivas aos impactos causados por eventos conseqüentes disso, por parte dos órgãos responsáveis.

**Palavras-Chaves:** Neotectonismo; Divina Pastora; Sergipe.



## ABSTRACT

The Central-North and Northeast regions of the State of Sergipe have recorded low magnitude earthquakes in recent years, despite their older and, consequently, more stable geotectonic context. In order to know and understand the neotectonic context of Sergipe, it was sought to characterize the predominant structural conditions, initially in the municipality of Divina Pastora, central region of the State. The municipality consists of the Quaternary and Neogene lithostratigraphic units, rocks of the Sergipe-Alagoas Basin, conglomerates and thick sandstones of the Angico Member, limestone rocks of the Maruim Member, and shale intercalations of the Taquari Member, both belonging to the Riachuelo Formation, as well as a small portion in the northwest of the municipality of limestones and dolomites of the Olhos d'Água Formation. The main unit and focus of the work is the Barreiras Group (Superficial Sequences), composed of extremely friable conglomerates and sandstones that cover a considerable area of the studied area. This work presents the structural data collected in this region, which were obtained in satellite and field images. The structural lineaments acquired from Manual and Automatic Extraction reflect a predominance in NW-SE and NE-SW directions, depending on the fracture and fault structures observed in outcropping in the Barreiras Group, as well as in the Riachuelo Formation. The hypothesis raised is that the current neotectonic context reflects the reactivation of older structural lineaments related to the structuring of the Sergipe-Alagoas Basin. Based on this information, this work reinforces the continuity of studies that correlate Neotectonics and its implication with Geological Hazards, in order to better prepare preventive measures to the impacts caused by the consequent events, by the responsible organizations.

**Keywords:** Neotectonism; Divina Pastora; Sergipe.

## LISTA DE SIGLAS

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

DP: Divina Pastora;

F: Falha;

GPS: Global Positioning System;

INQUA: Comissão Internacional do Quaternário;

PDM: Plano Diretor Municipal;

PDE: Plano Diretor de Encostas;

PF: Plano de Falha;

PT: Português;

SEAL: Sergipe-Alagoas;

UTM: Universal Transversa de Mercator.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa Geológico do Estado de Sergipe. (Fonte: CPRM 1998) .....	16
<b>Figura 2</b> Mapa de Localização do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019) .....	17
<b>Figura 3</b> Mapa de Acesso Aracaju - Divina Pastora, com sua delimitação em destaque (Fonte: Google Earth Pro) .....	18
<b>Figura 4</b> Mapa de Domínios Geomorfológicos do Município Divina Pastora. (Fonte: Santos Neto 2019) .....	19
<b>Figura 5</b> Mapas de sombreamentos do município de Divina Pastora com os Azimutes 0° (A), 45° (B) e 135° (C), e altitude de insolação de 45°. ....	21
<b>Figura 6</b> Mapa de Pontos de Campo realizados neste trabalho. (Santos Neto 2019) .....	22
<b>Figura 7</b> Afloramento visitado em campo, sob forte influência intempérica e erosiva. Padrão encontrado na maioria do município. ....	23
<b>Figura 8</b> Mapa Simplificado das Unidades Geológicas do Município de Divina Pastora - SE. (Fonte: Santos Neto 2019) .....	26
<b>Figura 9</b> Sub-bacia de Sergipe, Bacia Sergipe-Alagoas, com destaque as zonas-alvo do estudo: Grupo Barreiras e Formação Riachuelo (de cima para baixo, respectivamente). (Fonte: Campos Neto 2007) .....	27
<b>Figura 10</b> Vista Geral de ponto de afloramento pertencente ao Grupo Barreiras, nota-se o estado de alteração e intemperismo (anéis de Linsengan). ....	28
<b>Figura 11</b> Pontos de afloramento referentes ao Membro Angico, Formação Riachuelo. (A) Afloramento com seixos subangulosos em matriz arenosa, (B) com desenho esquemático destes. Em (C), é possível observar granulometria seixo a matacão, e (D) faixas carbonáticas. ....	29
<b>Figura 12</b> Ponto de Campo pertence ao Membro Maruim, Formação Riachuelo. Notam-se os planos de fraturas preferenciais ressaltando no corte. ....	30

<b>Figura 13</b> Estereograma com as 100 medidas de Lineamentos Extraídos Manualmente,.....	31
<b>Figura 14</b> Mapa de Lineamentos Manuais e as Drenagens do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019).....	31
<b>Figura 15</b> Mapa de Lineamentos Automáticos e as Drenagens do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019).....	32
<b>Figura 16</b> Estereograma com as 142 medidas de Lineamentos Extraídos Automaticamente. Percebe-se uma maior dispersão dos dados gerados quanto às direções preferenciais. ....	32
<b>Figura 17</b> Mapa comparativo entre os lineamentos obtidos automático e manualmente. (Santos Neto 2019).....	33
<b>Figura 18</b> Mapa de Pontos de Campo plotados com a Geologia do Município. (Santos Neto 2019) .....	34
<b>Figura 19</b> Diagrama de rosetas com as direções das 126 fraturas medidas em campo. Observa-se a predominância das direções NNE-SSW como preferenciais. ....	34
<b>Figura 20</b> Plano de Falha (F1) com estrias bem definidas (em pontilhado amarelo), e degraus levemente definidos (em azul).....	35
<b>Figura 21</b> Afloramento do Grupo Barreiras (A) com presença de falhas formando gráben ligeiramente assimétrico (B), seguido por desenho esquemático com às falhas F2 e F3 evidenciadas, respectivamente (C). ....	36

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1. REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
1.1.1. Contexto Geológico de Sergipe .....	16
1.2. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO.....	17
1.2.1. Aspectos Fisiográficos.....	18
1.3. OBJETIVOS .....	19
1.3.1. Objetivo Geral.....	19
1.4. METODOLOGIA.....	20
1.4.1. ESCRITÓRIO .....	20
1.4.2. CAMPO .....	23
<b>2. GEOLOGIA DO MUNICÍPIO .....</b>	<b>24</b>
2.1. SEQUÊNCIAS SUPERFICIAIS - GRUPO BARREIRAS .....	24
2.2. BACIA SERGIPE – ALAGOAS: .....	25
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
3.1. GEOLOGIA DA ÁREA .....	28
3.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	30
3.2.1. Lineamentos .....	30
3.2.2. Fraturas.....	33
3.2.3. Falhas.....	35
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de Neotectônica foi proposto pela primeira vez por OBRUCHEV (1948), como uma maneira de definir a movimentação da crosta entre o Neógeno e o Quaternário, como fator formador da topografia contemporânea. Tal conceito foi reformulado por muitos autores, como HASUI 1990, devido a heterogeneidade encontrada em função dos diferentes contextos geotectônicos das áreas estudadas (SALAMUNI 1998). Logo, em 1978, a Comissão Internacional do Quaternário (INQUA) definiu a Neotectônica, segundo MÖRNER 1978 (*apud* MÖRNER, 1989), como: "Quaisquer movimentos ou deformações ao nível geodésico de referência, seus mecanismos, sua origem geológica, suas implicações para vários propósitos práticos e suas extrapolações futuras. Os movimentos neotectônicos englobam o acervo de deformações rúptil ou dúctil de um período Neotectônico".

Com base nesse conceito, ao invés de levar-se em conta como fator determinante de estudo os limites temporais cronoestratigráficos, passou-se a considerar como movimentos neotectônicos desde instantâneos, como eventos sísmicos, até aqueles com idades superiores a  $10^7$  anos, caso seja necessário para o entendimento da origem dos movimentos registrados na área estudada (SAADI, 1993). Esse será conceito abordado para os entendimentos dessa pesquisa.

Segundo Berrocal et al., (1984), Sergipe encontra-se na Região Sismotectônica do Nordeste, integrado também pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Alagoas. O estado de Sergipe teve seu primeiro registro de abalo sísmico em 1919, no município de Aracaju (BERROCAL et al., 1984). Desde então, foram registrados em torno de 30 abalos sísmicos de baixa magnitude (LEITE et al., 2010; 2011; CARNEIRO, 2019), variando entre 1,6 e 3,5m na escala Richter. No ano de 2019 foram registrados cinco sismos até o presente momento, com o último ocorrido em janeiro no município de Malhador, a 27km de Divina Pastora, segundo o Laboratório Sismológico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Historicamente, a maior parte destes abalos aqui registrados ocorreram nas regiões centro-norte e nordeste do estado, sendo que 53% concentraram-se no município de Capela, a 24km do município de Divina Pastora (PASSOS, 2011). Foi registrado no município alvo deste trabalho a influência desses eventos em 30 de

outubro de 2006 (SENRA et al., 2008), no qual o tremor pode ser sentido. Municípios próximos a Divina Pastora já foram alvos de sismos, com epicentros registrados em Ribeirópolis, Nossa Senhora das Dores e Capela (PASSOS, 2011).

Este trabalho de conclusão de curso foi realizado no intuito de compreender o contexto neotectônico da região de Divina Pastora, porção centro leste do estado de Sergipe. O trabalho baseou-se nos dados de campo, estudos das estruturas obtidas em campo e escritório (falhas, fraturas e lineamentos), assim como interpretações já feitas por outros pesquisadores para o local.

A partir do conjunto deste trabalho foi possível a elaboração de mapas temáticos que nortearam os trabalhos de campo e que apresentam as propostas e interpretações estruturais obtidas para a área de estudo.

O entendimento da neotectônica da região do município de Divina Pastora é de grande relevância pois a sua compreensão pode nortear a Defesa Civil e o próprio município na elaboração do seu Plano Diretor Municipal (PDM) ou um Plano Diretor de Encostas (PDE), com o intuito de promover um Diagnóstico das áreas de risco e um plano de ação, como já é feito por outros municípios que possuem áreas de encostas ou zonas suscetíveis a movimentos de massa. Apesar de Divina Pastora não possuir a quantidade mínima de habitantes para tornar o PDM obrigatório, segundo o art. 182, §1º da Constituição Federal de 1988, seria uma boa prática dos órgãos responsáveis do município.

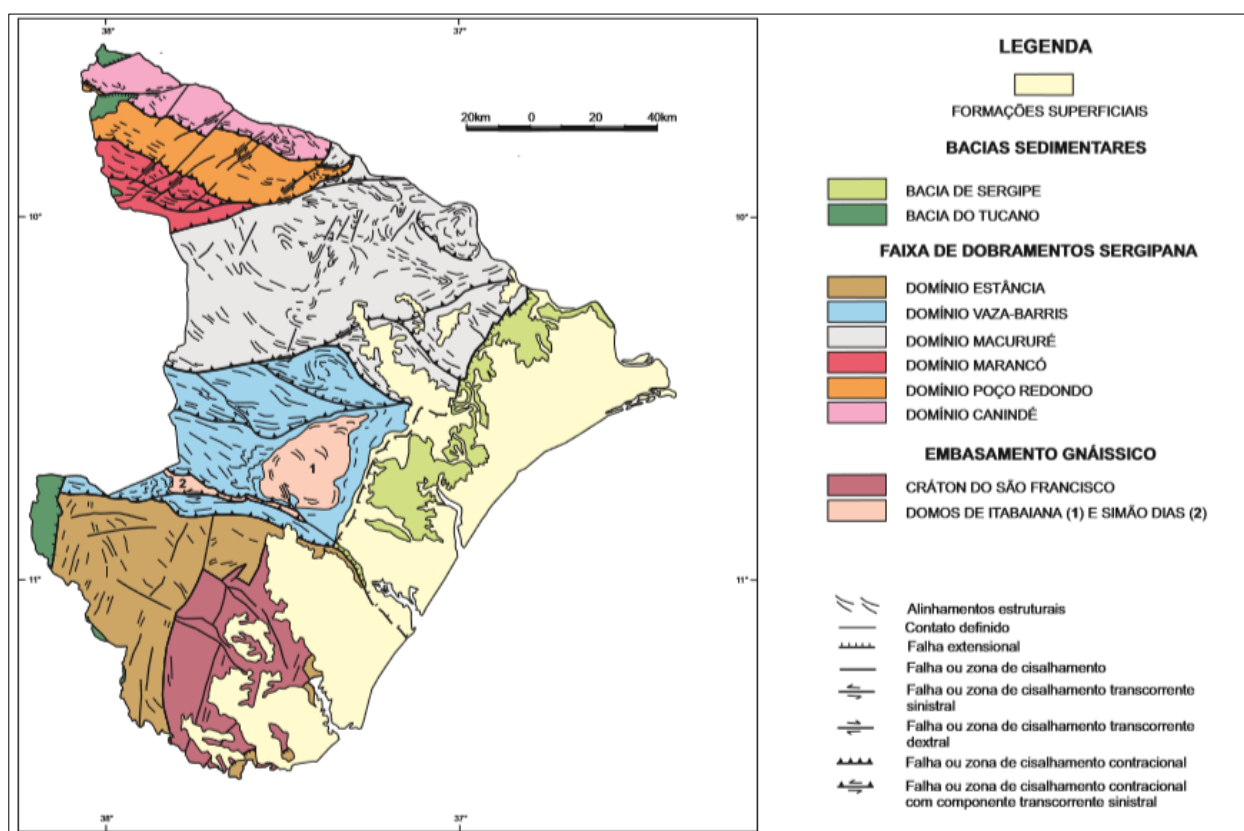
Assim, espera-se que os dados e interpretações aqui apresentados sejam contribuintes para uma melhor compreensão dos eventos tectônicos ocorridos na região.

## 1.1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1.1.Contexto Geológico de Sergipe

A geologia do estado de Sergipe data rochas do Arqueano até o final do Cenozoico. Segundo Almeida et al. (1979), Sergipe está localizado em 3 províncias estruturais: São Francisco, Borborema e Costeira e Margem Continental (Figura 1).

As regiões do Cráton do São Francisco, na porção sul do estado e o embasamento gnáissico, representado pelos Domos de Itabaiana e Simão Dias, podem ser considerados janelas estruturais, tendo em vista a posição que ocupam na escala de tempo geológico. A Faixa de Dobramentos Sergipana é responsável por recobrir a maior parte do estado, com destaque para a presença de corpos granitoides e zonas de cisalhamento de caráter contracional. Já a porção dos terrenos sedimentares são expressos pela Bacia de Sergipe, Formações Superficiais Neógenas e Quaternárias e pequenas faixas da Bacia do Tucano, na zona oeste da fronteira com a Bahia.

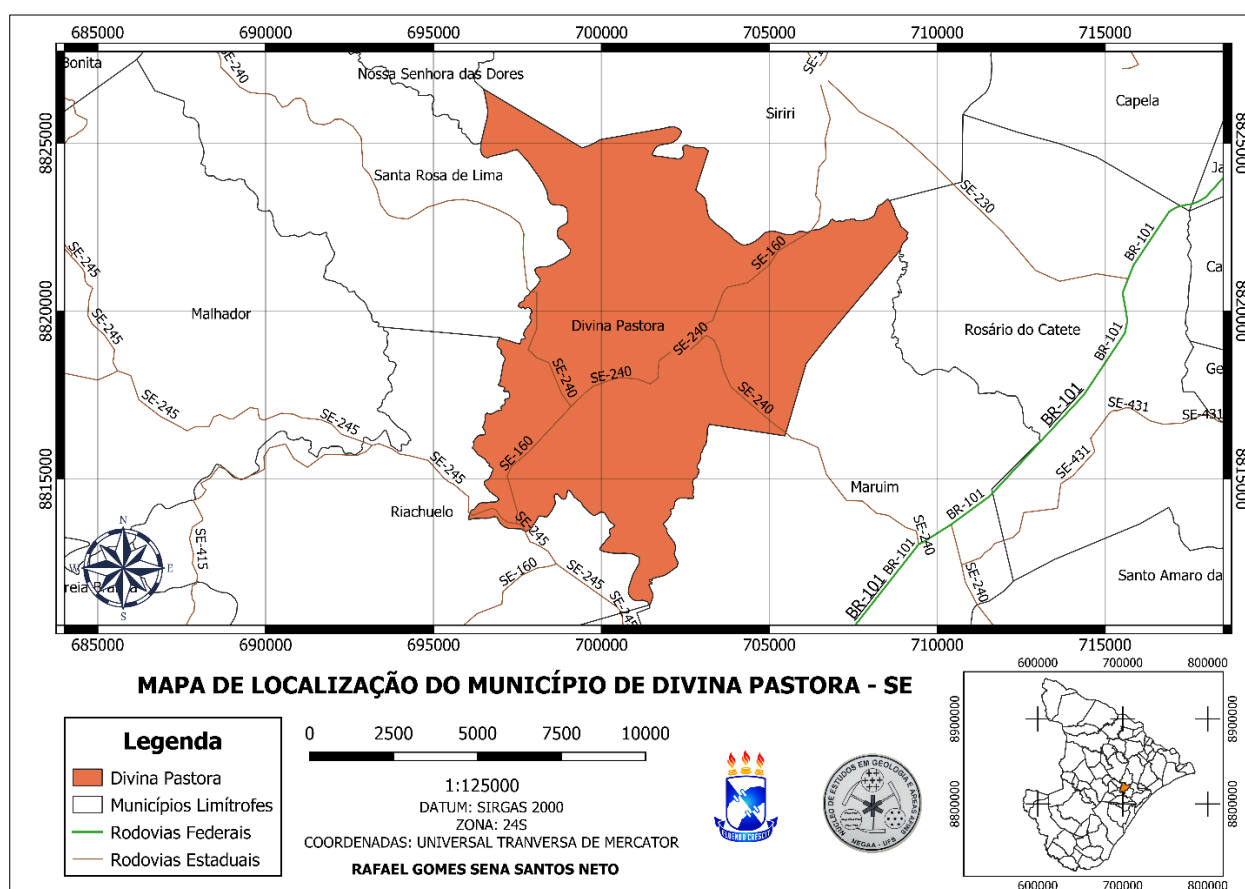


**Figura 1** Mapa Geológico do Estado de Sergipe. (Fonte: CPRM 1998)



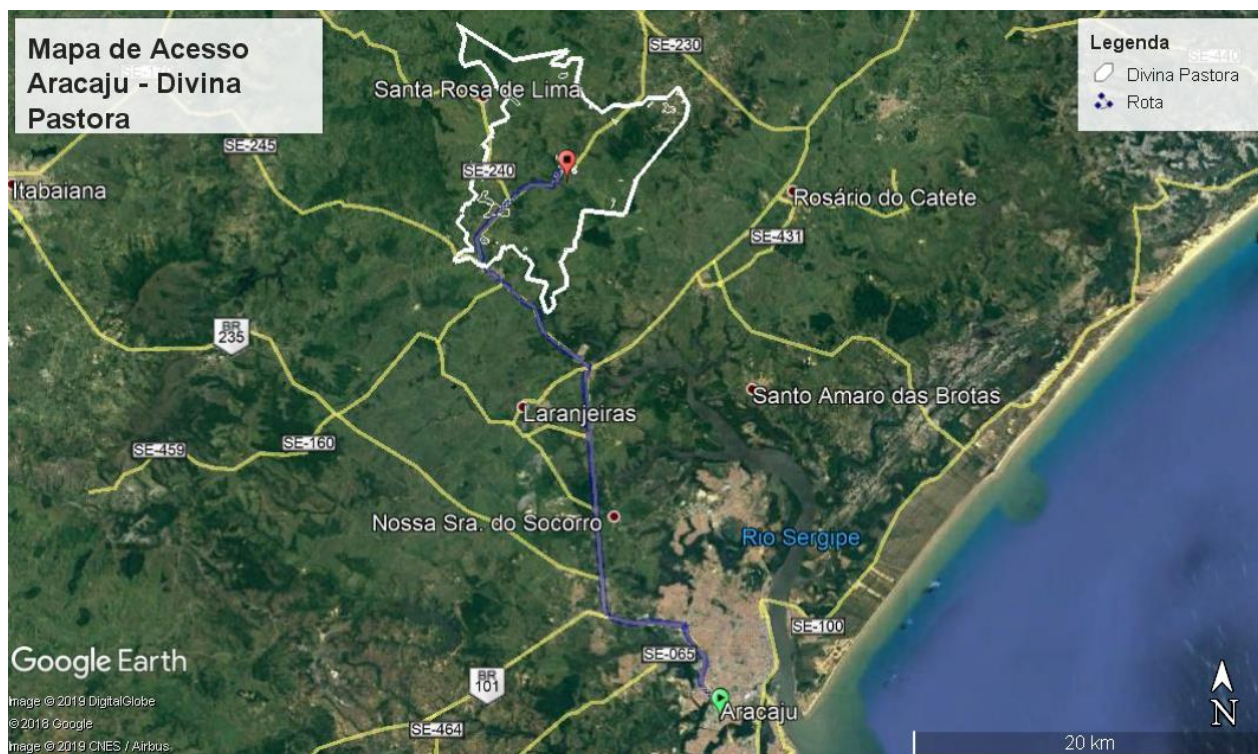
## 1.2. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o município de Divina Pastora (Figura 2), localizado na porção centro leste do estado de Sergipe (Coordenadas Geográficas 10° 41' 20" S, 37° 8' 52" W, Coordenadas *Universal Transversa de Mercator* 24L 702586E 8817812N), delimitado pelos municípios de Nossa Senhora das Dores, Siriri, Rosário do Catete, Maruim, Riachuelo, Laranjeiras e Santa Rosa de Lima. O município encontra-se a 34km da capital do estado, Aracaju (Dados IBGE 2017)



**Figura 2** Mapa de Localização do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019)

A partir da saída da cidade de Aracaju, segue-se pela BR-235, sentido rampa de acesso para a cidade de Maceió, até chegar a BR-101. Após 13,5 Km, faz-se o retorno à direita, em direção a SE-245. Em torno de 9 Km, segue-se à direita pela SE-160, até o município de Divina Pastora (Figura 3).

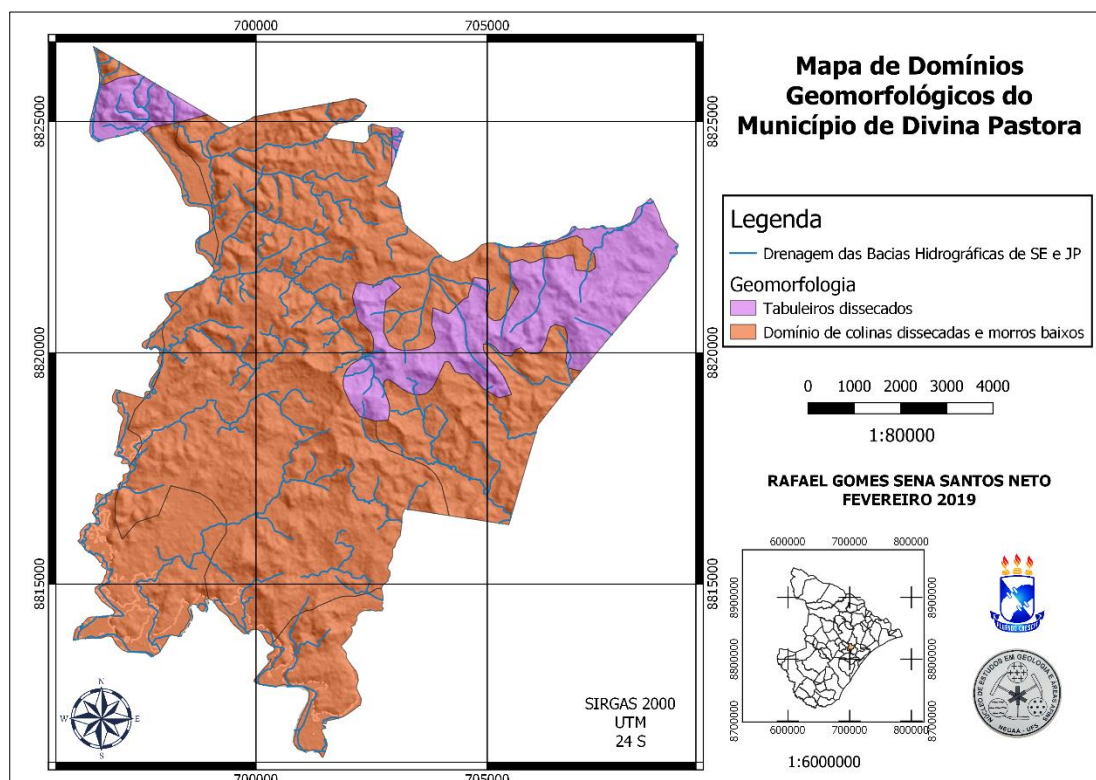


**Figura 3** Mapa de Acesso Aracaju - Divina Pastora, com sua delimitação em destaque (Fonte: Google Earth Pro)

### 1.2.1. Aspectos Fisiográficos

Segundo dados do IBGE de 2017, Divina Pastora possui uma área geográfica de 90,328 km<sup>2</sup>, localizado na microrregião de Cotinguiba, território do Leste Sergipano. O município apresenta clima do tipo megatérmico seco e sub-úmido, temperatura média anual de 25,0°C, precipitação pluviométrica média no ano de 1.050mm e período chuvoso de março a agosto, com variação entre 81 a 200mm mensal, dados da CPRM e ClimaTempo.

O relevo apresenta feições características das unidades geomorfológicas Planície Litorânea, Planície Fluvial, Superfície dos Rios Cotinguiba/Sergipe e Pediplano Sertanejo, dissecados em colinas, cristas e interflúvios tabulares (Figura 4), com altitude de 78m. A vegetação está caracterizada por Capoeira, Caatinga e vestígios de Mata Atlântica (CPRM 2002).



**Figura 4** Mapa de Domínios Geomorfológicos do Município Divina Pastora. (Fonte: Santos Neto 2019)

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivo Geral

Os objetivos deste trabalho concentram-se na obtenção de dados estruturais para composição de um levantamento sistemático sobre neotectonismo no Estado de Sergipe, com foco no município de Divina Pastora. Além deste, espera-se correlacionar os resultados referentes aos lineamentos estruturais obtidos preliminarmente em imagens de satélite, de forma automática e manual, aos dados de campo, correlacionar e interpretá-los. Por fim realizar uma discussão e possível conclusão a respeito das características neotectônicas do município de Divina Pastora.

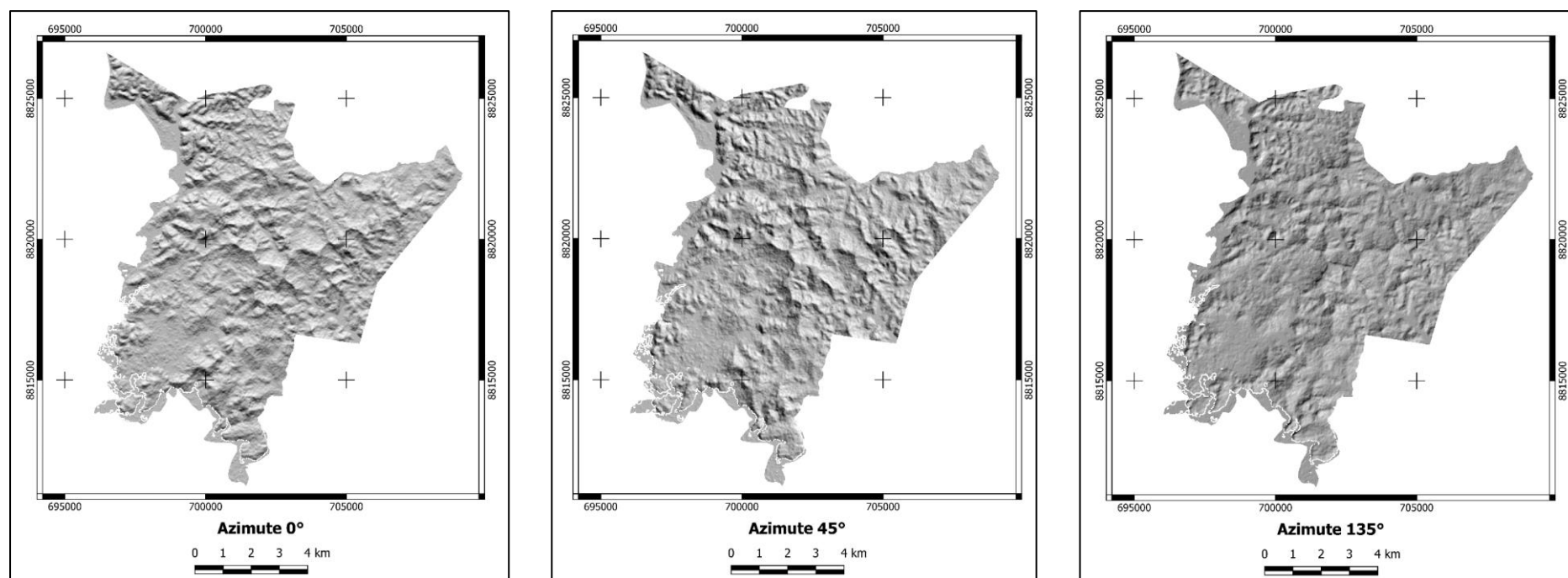
## 1.4. METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas: escritório e campo

### 1.4.1. Escritório

Inicialmente, foram realizadas leituras de artigos acadêmicos e bibliografia sobre o tema do Neotectonismo e discutidos no Grupo de Pesquisa, sendo estes disponibilizados pelo acervo pessoal do Núcleo de Estudos em Geologia e Áreas Afins (NEGAA) e pelo acervo da comunidade acadêmica CAPES Periódicos.

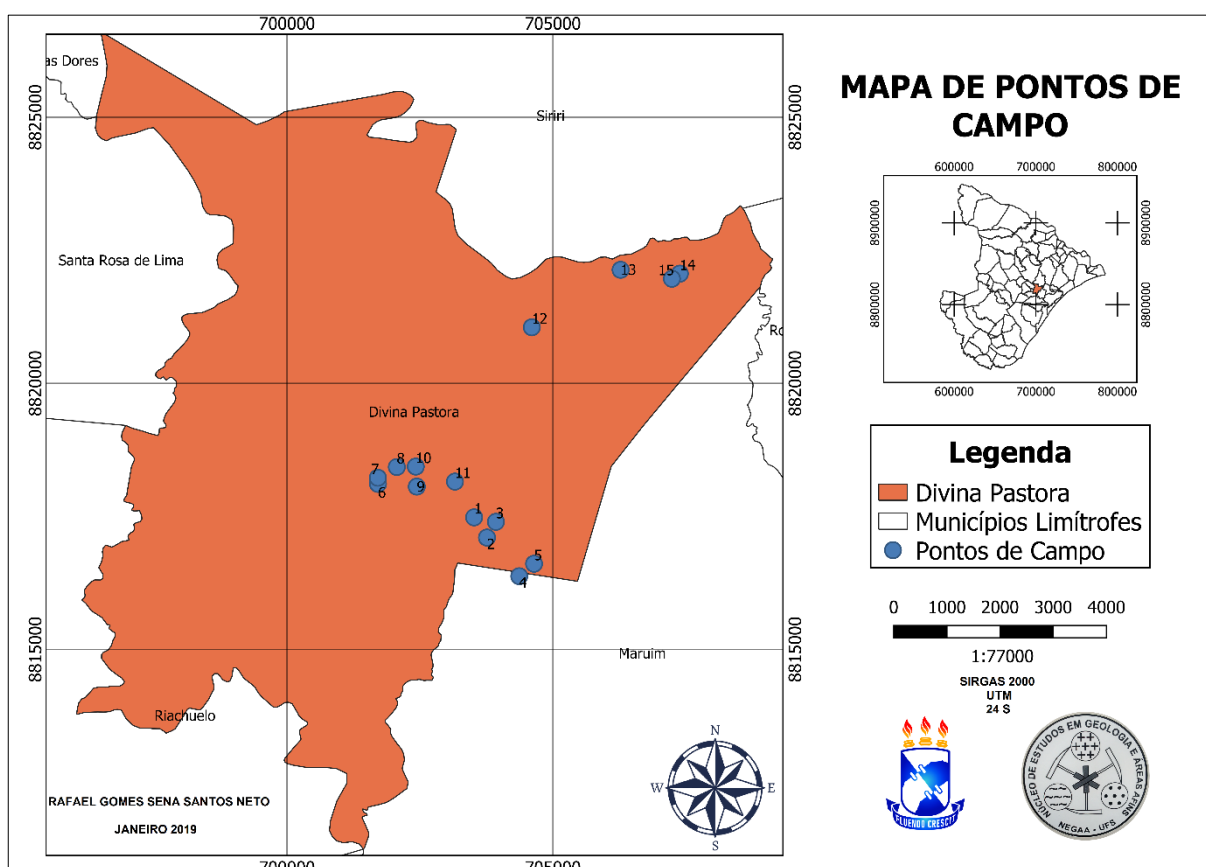
Após isso, foram realizados estudos e confecção do mapa com os principais lineamentos da região estudada utilizando ferramentas de geoprocessamento (QGIS 2.18.12 e ArcGIS 10.1.2) com imagens SAR banda L, do sensor PALSAR/ALOS, disponíveis para download (<https://aadn.asf.alaska.edu/>), e modelo de elevação obtidos no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As imagens PALSAR foram adquiridas no modo Fine Beam Dual FBD (polarizações HH e HV), órbita ascendente, pixel 12,5 x 12,5 metros e geocodificadas (WGS84 UTM). As imagens foram convertidas para SIRGAS 2000, a fim de padronizar com o sistema de georreferenciamento padrão utilizado no Brasil, e transformadas no aspecto sombreado a partir da ferramenta de “Análise de Terreno” do QGIS 2.18 utilizando os azimutes de insolação de 0°, 45° e 135° e altitude de insolação de 45° (Figura 5), e com isto foram traçados os lineamentos de forma manual. Foi elaborado um estereograma utilizando o plugin “stereonet”, e para realizar a comparação destes lineamentos com os dados extraídos automaticamente foi utilizado o software “*GEOMÁTICA*”, obedecendo os parâmetros propostos por Conceição (2013).



**Figura 5** Mapas de sombreamento com os Azimutes 0° (A), 45° (B) e 135° (C), e altitude de insolação de 45°. (Fonte: Santos Neto, 2019)

Em seguida, foram confeccionados mapas temáticos diversos, tais como: Mapas geomorfológicos, geológicos e estruturais além de mapas de localização, utilizando a base cartográfica fornecida pelo “*Geobank*” do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Como última etapa de pré campo foram obtidas informações de possíveis áreas com afloramentos no município de Divina Pastora através do *software* Google Earth.

Ao final do campo, foi confeccionado o Mapa de Pontos de Campo (Figura 6) com os 15 pontos visitados e os dados preliminares tanto quantitativos como qualitativos foram estudados e interpretados, para a construção de estereogramas utilizando o *software* “*Stereonet*” inserindo os dados de “*Trend*” e “*Plunge*” e, Diagrama de Rosetas com as direções preferenciais.



**Figura 6** Mapa de Pontos de Campo realizados neste trabalho. (Santos Neto 2019)



### 1.4.2. Campo

Em campo, houve a visita de 15 pontos dentro do município de Divina Pastora, com o objetivo de observar características gerais e posicionamento dos afloramentos localizados na área de estudo (sempre em UTM - Universal Transversa de Mercator com o datum WGS 84 e via GPS - Global Positioning System, modelo Garmin). Além do correto posicionamento dos afloramentos, dados estruturais foram coletados com a utilização da bússola do tipo Clar, medidas em dip-direction dip, além do preenchimento de dados em caderneta sobre características das estruturas observadas, bem como descrição dos afloramentos estudados. Utilizou-se o martelo petrográfico para retirada de amostras para análise em campo de litologia.

Um problema encontrado nessa etapa está relacionado a qualidade dos afloramentos (Figura 7), bastante afetados por intemperismo, erosão, vegetação, desmoronamentos ou outros fatores diversos, que atrapalharam a identificação de um maior número de estruturas tectônicas identificadas e medidas.



**Figura 7** Afloramento visitado em campo, sob forte influência intempérica e erosiva. Padrão encontrado na maioria do município.

## **2. GEOLOGIA DO MUNICÍPIO**

O município de Divina Pastora (Figura 8) está inserido quase na sua totalidade no contexto geológico da Bacia de Sergipe-Alagoas (SEAL) (Figura 9). Nesta bacia as rochas foram depositadas tanto nas fases iniciais, como durante os eventos relacionados à separação entre América do Sul e África (Feijó, 1994). A unidade predominante a que constitui foco da pesquisa são as formações superficiais com grande predomínio do Grupo Barreiras, a qual será descrita primeiramente. Para complementar, há também uma presença considerável dos conglomerados e arenitos grossos do Membro Angico, rochas calcárias do Membro Maruim e intercalações de folhelho do Membro Taquari, ambos pertencentes a Formação Riachuelo, além de depósitos aluvionares recentes e uma pequena porção no noroeste do município de calcários e dolomitos da Formação Olhos d'Água.

### **2.1. SEQUÊNCIAS SUPERFICIAIS - GRUPO BARREIRAS**

O Grupo Barreiras é constituído por sedimentos terrígenos (cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila), pouco ou não consolidados, de cores variegadas e estratificação irregular, normalmente indistinta (Schaller, 1969; Vilas Boas et al., 1996).

O Grupo ocorre formando planaltos, ligeiramente inclinados em direção à costa, onde são comuns falésias, enquanto que na borda ocidental (interior do estado), o seu relevo é cuestiforme com drenagem superposta, formando vales de encostas abruptas (Vilas Boas et al, 1996).

Os sedimentos do Grupo Barreiras são afossilíferos, o que dificulta sua datação. Ghignone (1967) e Mabelsoone et al. (1972) os consideram mais recentes que o Mioceno. Para outros autores, sua idade está entre o Neógeno e o Pleistoceno (Salim et al., 1975), ou entre o Plioceno Inferior e o Superior (Suguio et al., 1985).

Está representado no mapa litológico do município de Divina Pastora como a unidade predominante, juntamente ao membro Angico, com grande amplitude do mesmo, sendo este a unidade principal/alvo para a pesquisa.



## 2.2. BACIA SERGIPE – ALAGOAS:

As Unidades da Bacia SEAL que compõem o município de Divina Pastora (Figura 9) são os Membros Angico, Taquari e Maruim, pertencentes a Formação Riachuelo, e a Formação Olhos D'Água.

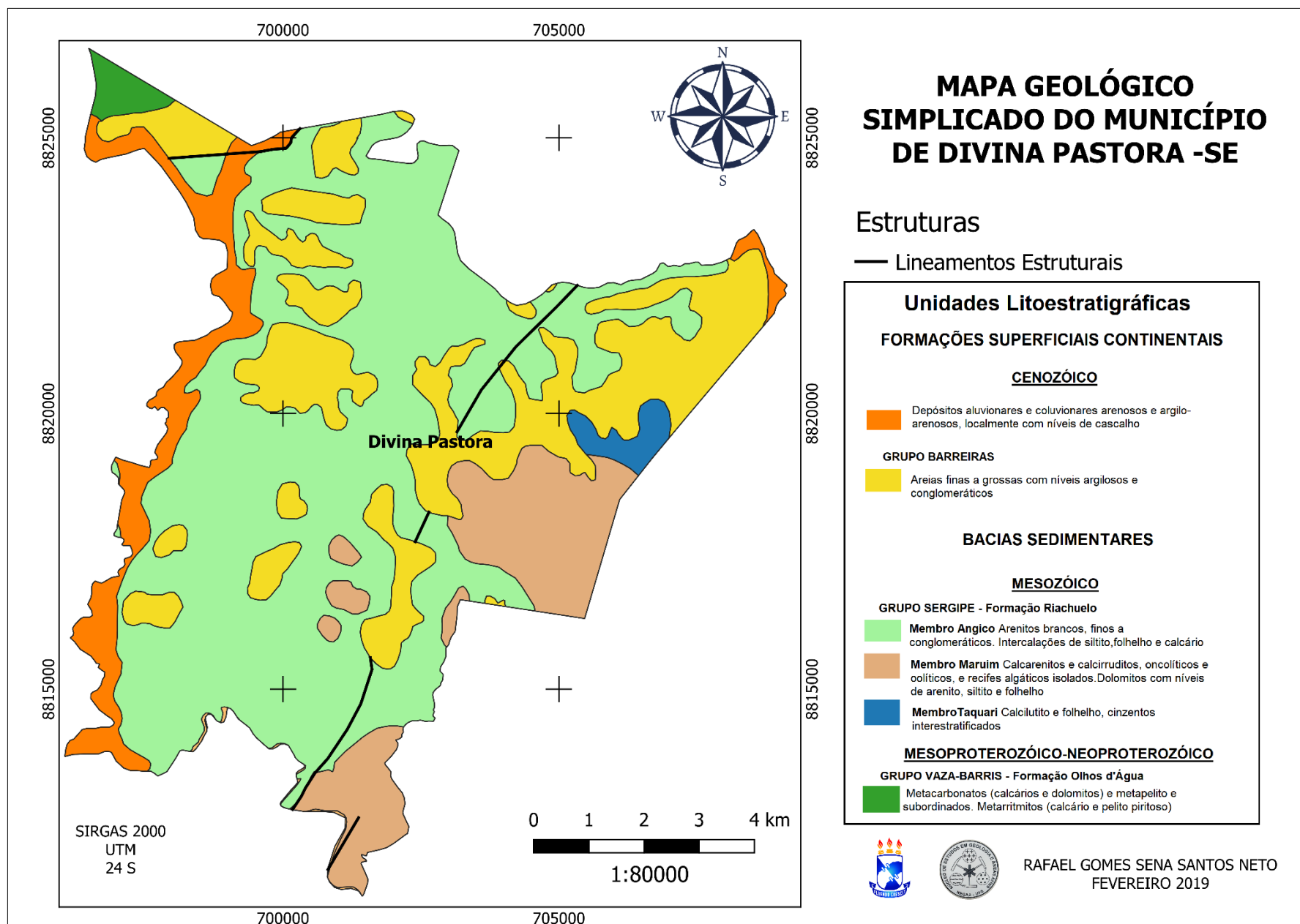
A Formação Riachuelo está dividida em três membros (Angico, Taquari e Maruim) os quais são interdigitados entre si e sua geologia é constituída de calcários, folhelhos, siltitos e arenitos. Estratigraficamente esta formação encontra-se acima da Formação Muribeca e abaixo dos depósitos carbonáticos da Formação Cotinguiba, assim descritos por Schaller (1969). Os seus membros podem ser descritos da seguinte forma:

O Membro Angico está inserido na região de estudo do município e consiste predominantemente por depósitos siliciclásticos compostos por conglomerados, arenitos e folhelhos e raros depósitos carbonáticos finos com moluscos (Koutsoukos, 1993).

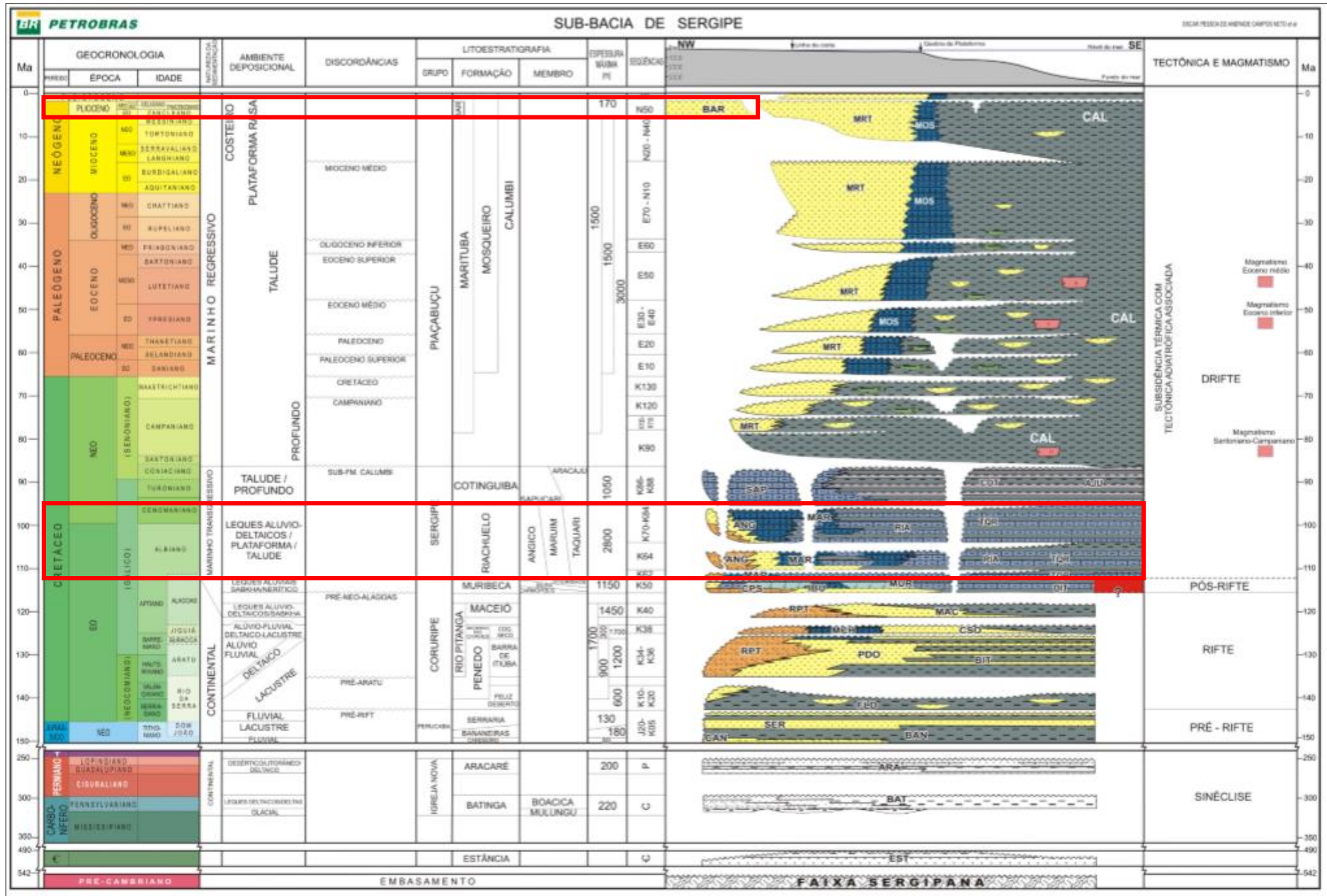
O Membro Maruim possui afloramentos da margem direita do rio Sergipe, entre dois e cinco quilômetros a noroeste da ponte de Pedra Branca. A sua espessura máxima é de 1.124m (Schaller, 1969). Consiste em predominâncias de fácies carbonáticas de água rasas compostas predominantemente por calcários oolíticos / oncolíticos e subordinadamente por calcários equinoides, calcários bioconstruídos e calcários detríticos, com horizontes e arenito, siltito e arenito (Bandeira, 1978).

O Membro Taquari ocorre pontualmente e é composto por intercalações de folhelhos verdes e cinzentos, ricos em matéria orgânica e mudstones carbonáticas depositados em baixos estruturais (Koutsoukos, 1993).

A Formação Olhos d'Água constitui-se de intercalações de metacalcarenito médio a fino, calcítico, maciço, de coloração cinza-azulada, e metacalcilutito, com laminação plano-paralela bem evidente (Uhlein, 2011).



**Figura 8** Mapa Simplificado das Unidades Geológicas do Município de Divina Pastora - SE. (Fonte: Santos Neto 2019)



**Figura 9** Sub-bacia de Sergipe, Bacia Sergipe-Alagoas, com destaque as zonas-alvo do estudo: Grupo Barreiras e Formação Riachuelo (de cima para baixo, respectivamente). (Fonte: Campos Neto 2007)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. GEOLOGIA DA ÁREA

Dentro dos 15 pontos visitados durante as saídas de campo, foram identificadas 3 unidades litoestratigráficas: Grupo Barreiras, e os Membros Angico e Maruim, estes pertencentes a Formação Riachuelo.

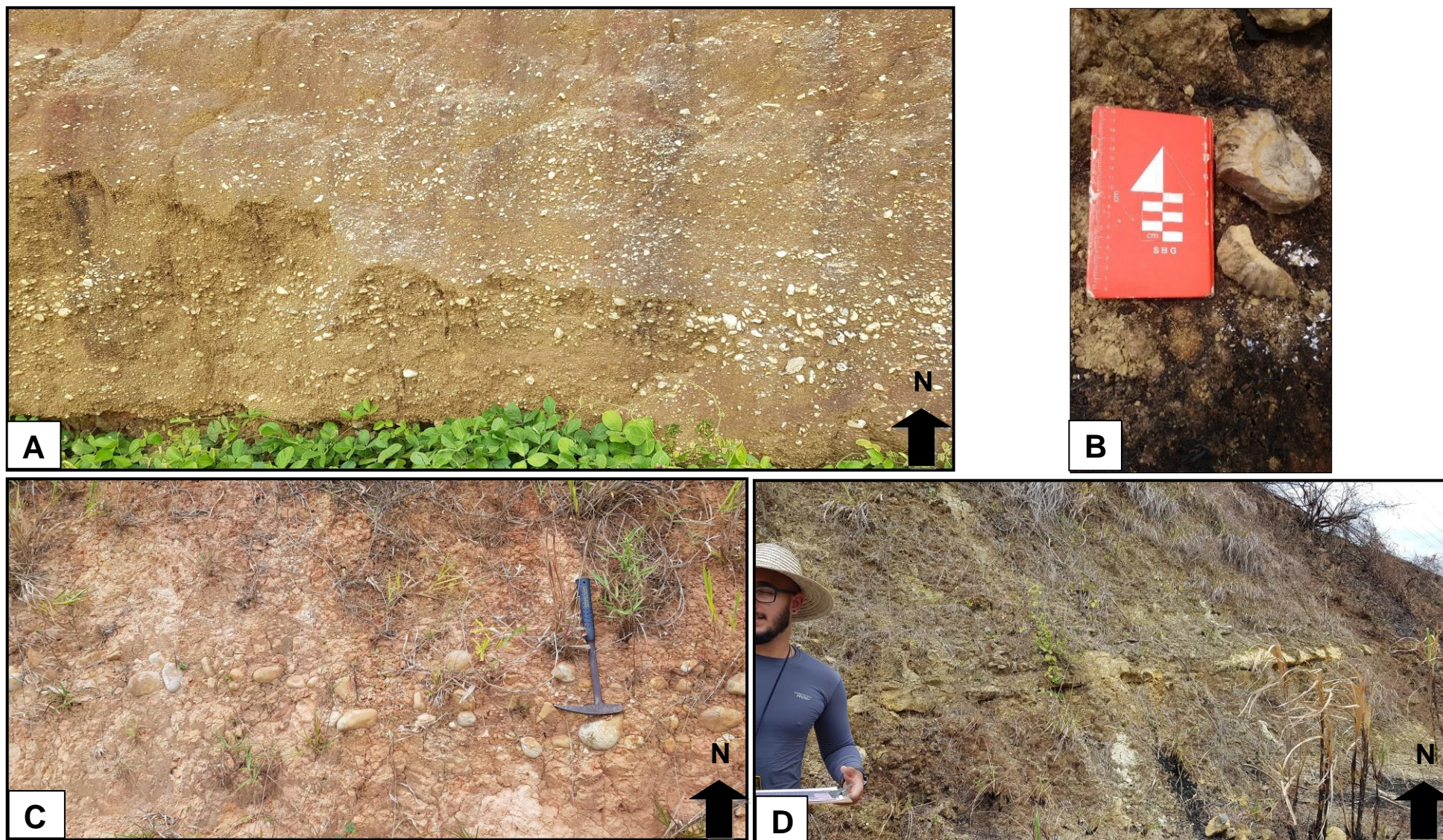
O Grupo Barreiras foi caracterizado por espessas intercalações gradacionais de níveis conglomeráticos de matriz arenosa e níveis de rocha friável de matriz argilosa, com zonas intemperizadas marcadas por anéis de Linsengan (Figura 10).



**Figura 10** Vista Geral de ponto de afloramento pertencente ao Grupo Barreiras, nota-se o estado de alteração e intemperismo (anéis de Linsengan).

O Membro Angico (Figura 11), pertencente a Formação Riachuelo, apresentou em campo uma rocha de matriz arenosa, com seixos grandes a matacão subangulosos, com zonas de rocha carbonática, amarela a cinza, com presença fóssilífera, concreções carbonáticas nucleadas por calcita e concreções silicificadas.





**Figura 11** Pontos de afloramento referentes ao Membro Angico, Formação Riachuelo. (A) Afloramento com seixos subangulosos em matriz arenosa, (B) com presença de fóssil de amonoide. Em (C), é possível observar granulometria seixo a matacão, e (D) faixas carbonáticas.



No Membro Maruim (Figura 12), Formação Riachuelo, foram observados arenitos e calcarenitos de granulometria muito fina, com forte alteração intempérica, principalmente por água meteórica.

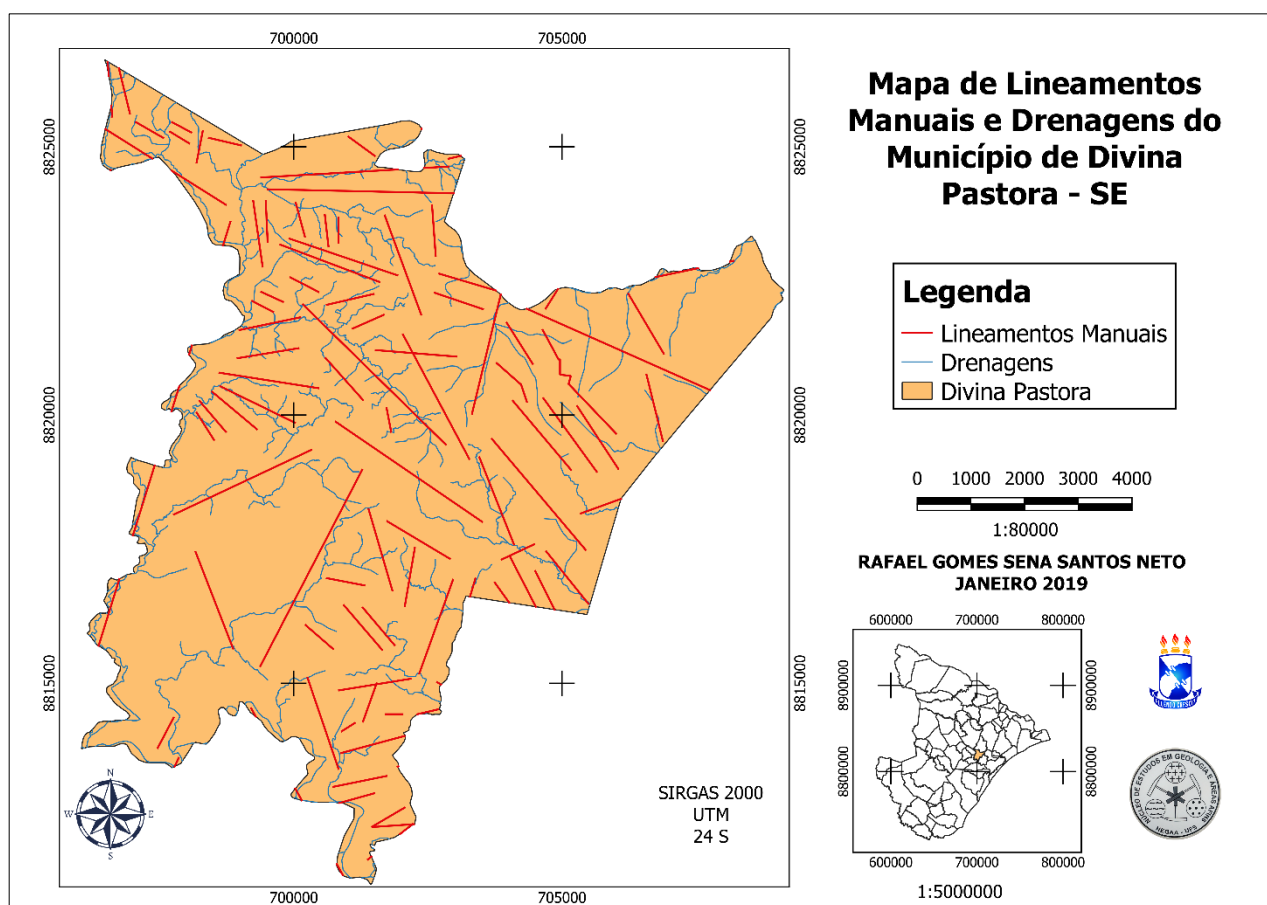


**Figura 12** Ponto de Campo pertence ao Membro Maruim, Formação Riachuelo. Notam-se os planos de fraturas preferenciais ressaltando no corte.

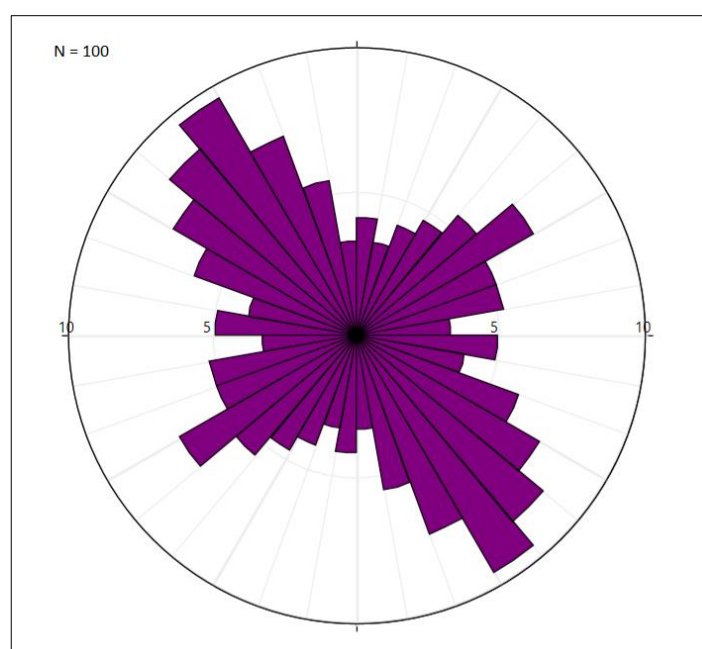
## 3.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL

### 3.2.1. Lineamentos

Os lineamentos foram obtidos de duas maneiras: manual e automática. Os lineamentos manuais extraídos apresentaram uma bimodalidade com as direções preferenciais NW-SE e NE-SW, representados pelo mapa com as drenagens do município (Figura 13) e estereograma com as 100 medidas obtidas (Figura 14). Este último mostrou um encaixe considerável entre as drenagens de maior porte das bacias hidrográficas dos rios Sergipe e Japaratuba com os lineamentos definidos.

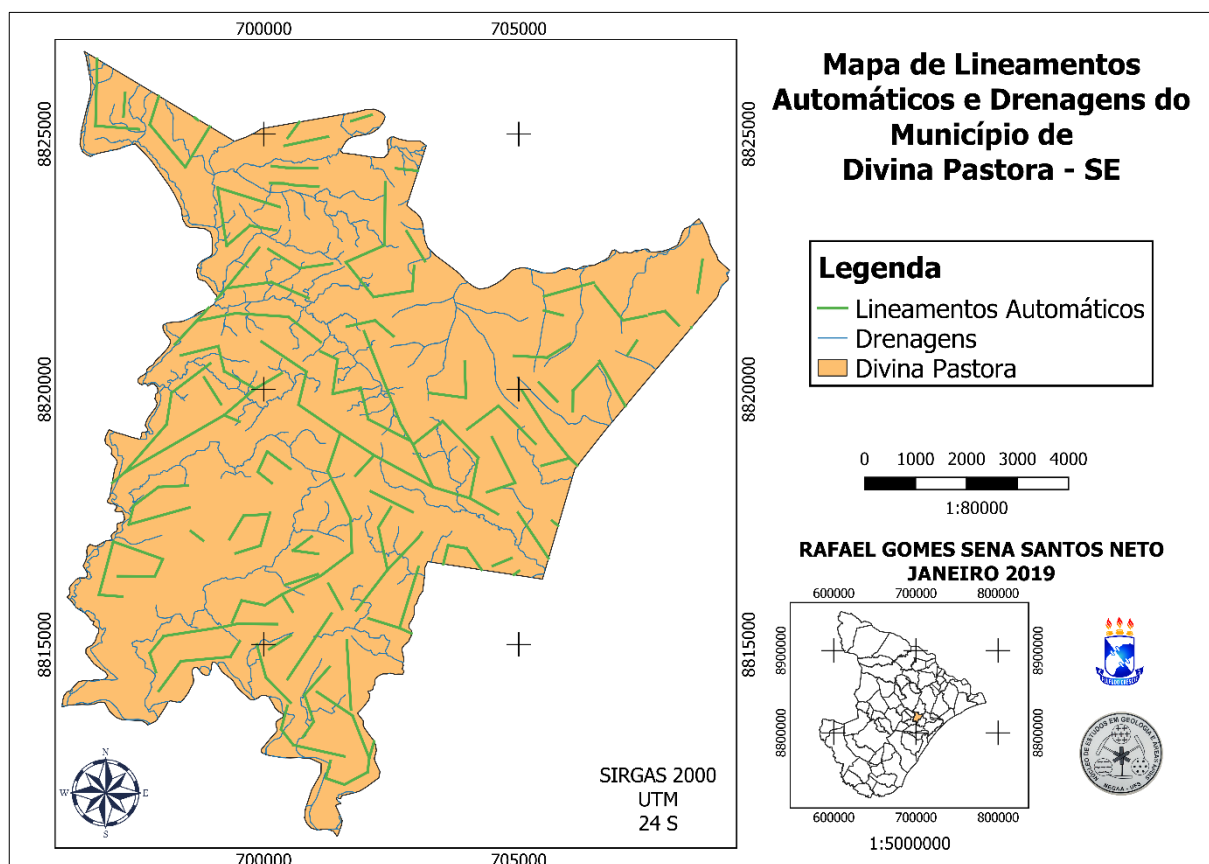


**Figura 13** Mapa de Lineamentos Manuais e as Drenagens do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019)

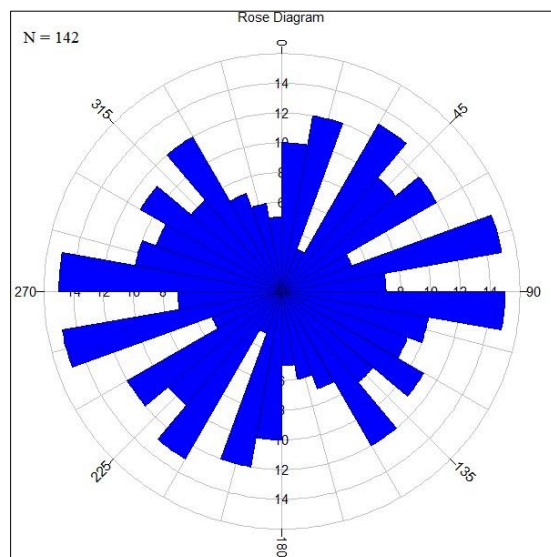


**Figura 14** Estereograma com as 100 medidas de Lineamentos Extraídos Manualmente, com direções preferenciais NW-SE e NE-SW.

Já a extração de lineamentos automáticos (Figura 15) gerou 142 medidas de grande dispersão (Figura 16). Como pode-se observar, os lineamentos de maior dimensão encaixam ou ficam próximo das drenagens principais, enquanto os menores lineamentos circundam ou seguem uma direção diferente das demais drenagens. Estes lineamentos principais tem uma bimodalidade NE-SW e NW-SE.



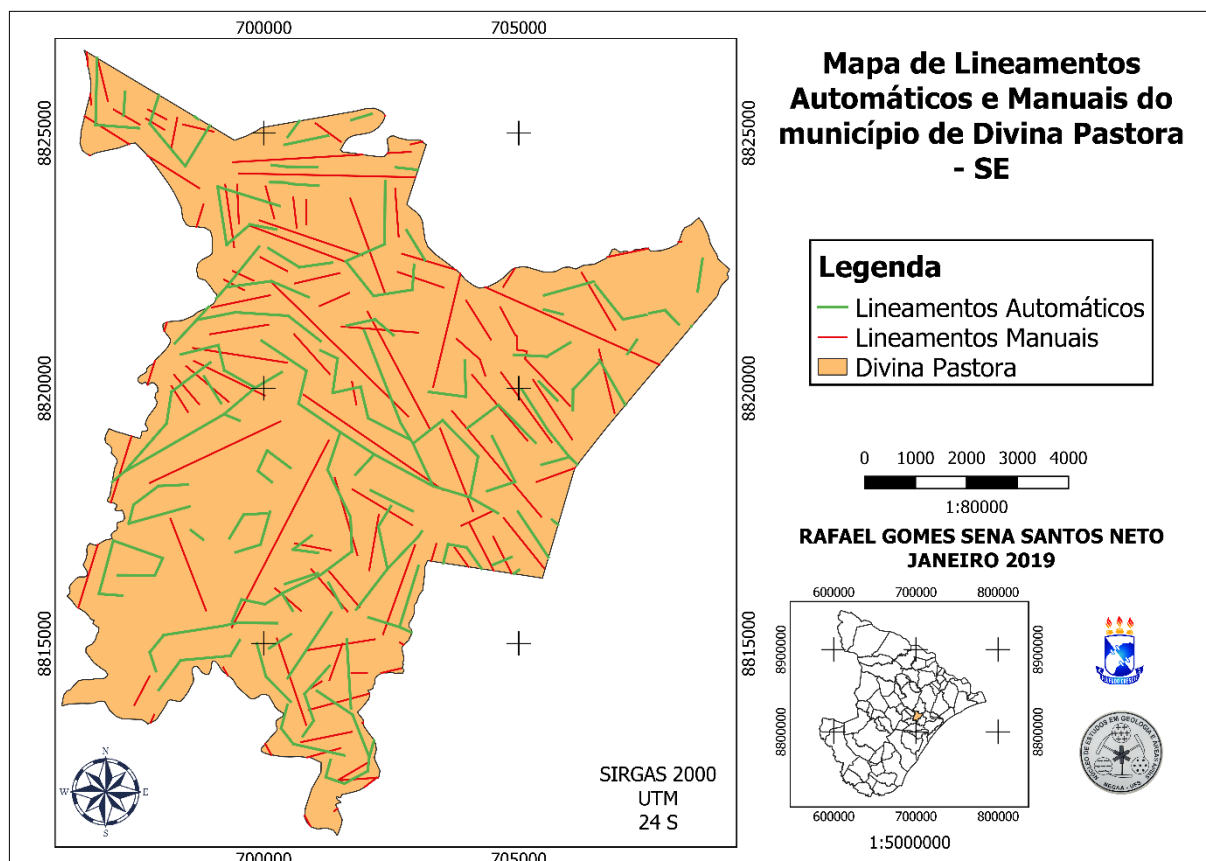
**Figura 4** Mapa de Lineamentos Automáticos e as Drenagens do Município de Divina Pastora, Estado de Sergipe. (Santos Neto 2019)



**Figura 16** Estereograma com as 142 medidas de Lineamentos Extraídos Automaticamente. Percebe-se uma maior dispersão dos dados gerados quanto às direções preferenciais.



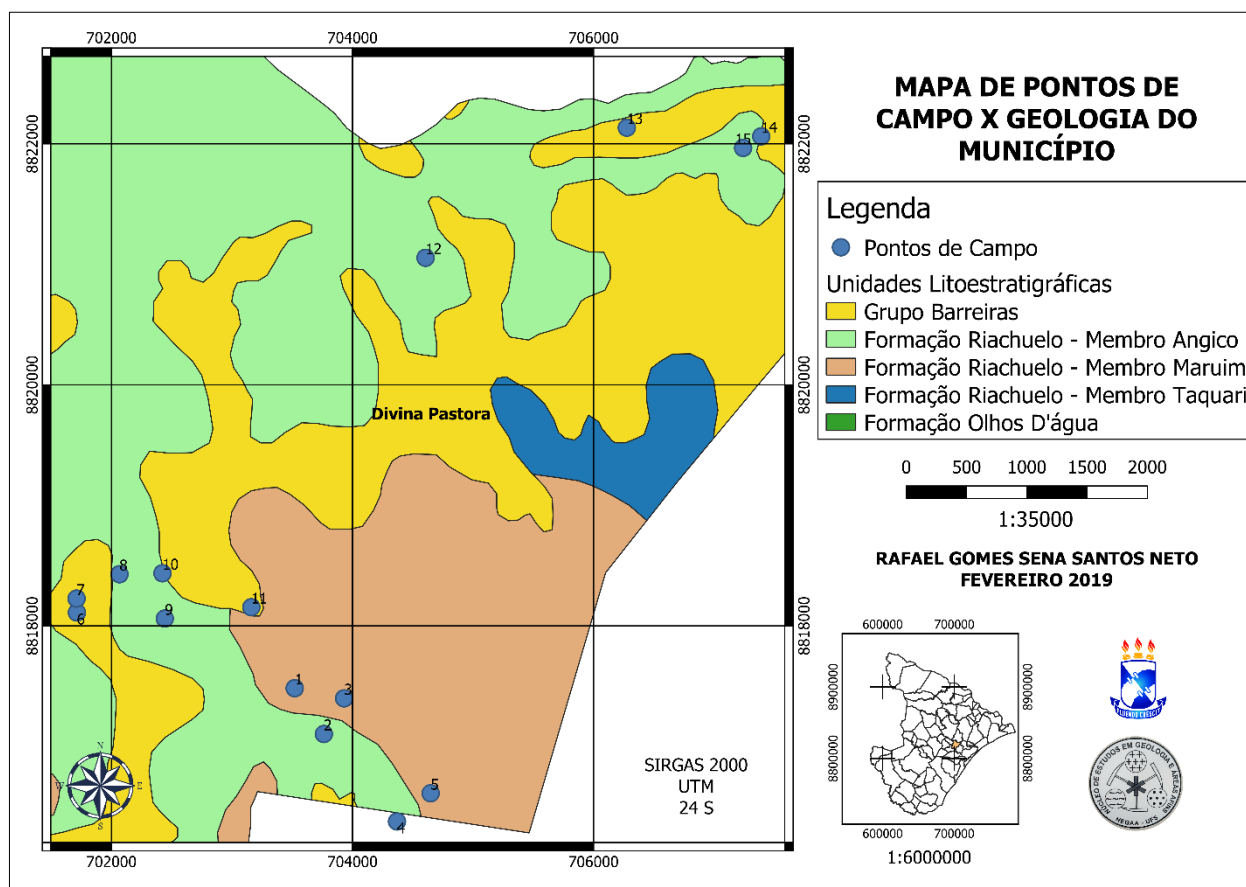
Apesar de ocorrer uma dispersão das medidas obtidas pelo método da extração automática, há um grau de congruência com os dados obtidos por extração manual dos lineamentos quando considerado os lineamentos automáticos de maior expressão, ao menos numa das direções preferenciais (Figura 17).



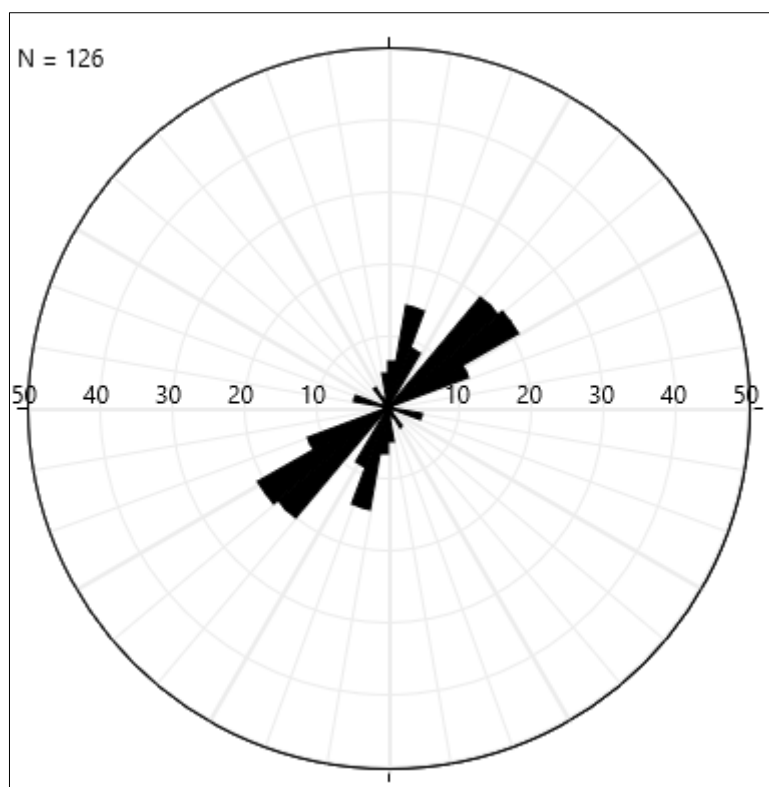
**Figura 17** Mapa comparativo entre os lineamentos obtidos automático e manualmente. (Santos Neto 2019)

### 3.2.2. Fraturas

Ao longo dos pontos visitados em campo (Figura 18), foram coletadas mais de 125 medidas de fraturas identificadas em diferentes unidades litoestratigráficas, apresentando comportamento bimodal de direções preferenciais NNW- SSE e NE-SW (Figura 19). Este resultado é concordante com a direção preferencial apresentada na literatura para a região Nordeste, como fonte principal de atividades neotectônicas (Hasui, 1990; Saadi, 1993).



**Figura 18** Mapa de Pontos de Campo plotados com a Geologia do Município. (Santos Neto 2019)

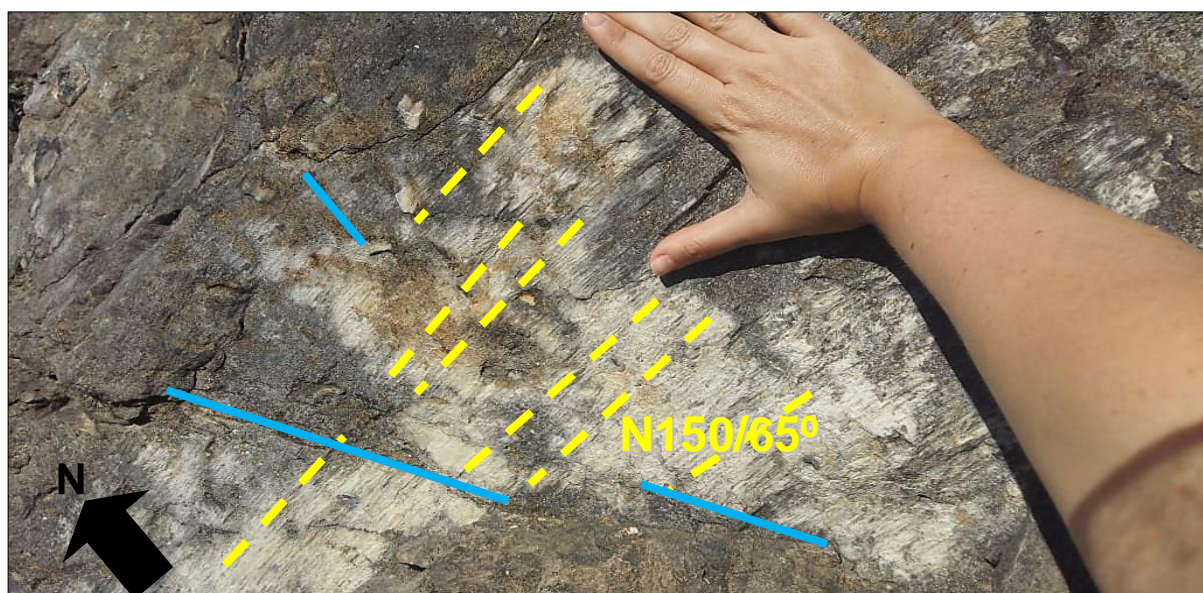


**Figura 19** Diagrama de rosetas com as direções das 126 fraturas medidas em campo. Observa-se a predominância das direções NNE-SSW como preferenciais.

### 3.2.3. Falhas

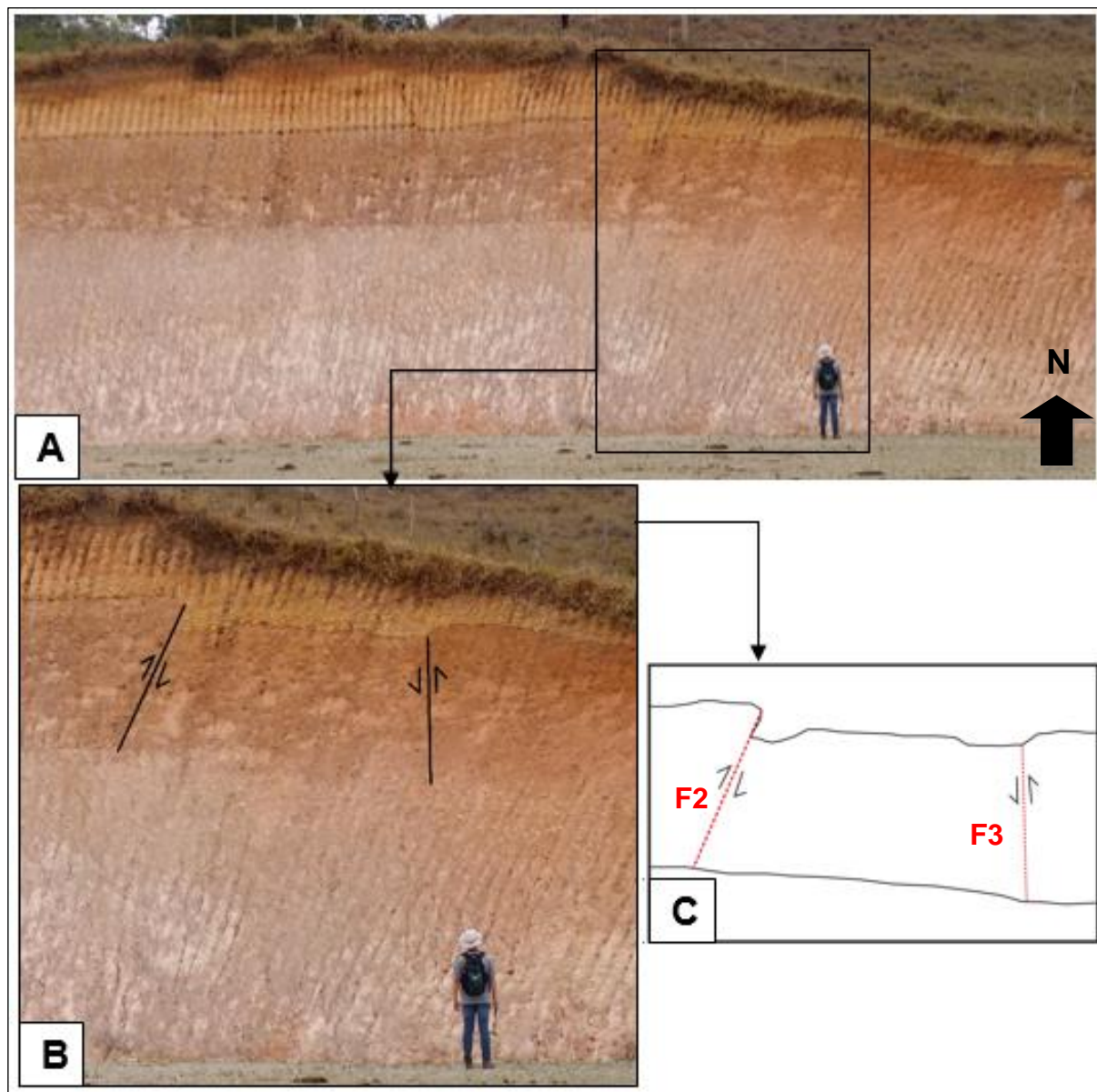
Foram identificadas 3 falhas, de ocorrências pontuais, interpretadas como falhas normais com mergulhos do plano de falha subverticais, que possuem os seguintes conjunto de atitudes: N060/85° (F1), N210/70° (F2) e N040/80° (F3).

Na primeira falha, designada de F1 (Figura 20), de atitude N060/85°, foram identificadas no plano estrias de falha bem definidas, com *plunge* N150/65°, além de degraus proeminentes que, associados às estrias de alto *rake*, permitem caracterizar esta como uma falha normal de componente oblíqua.



**Figura 20** Plano de Falha (F1) com estrias bem definidas (em pontilhado amarelo), e degraus levemente definidos (em azul).

Já as falhas F2 e F3 (Figura 21), pertencentes ao afloramento do ponto 10 (Figura 16), de atitudes N210/70° e N040/80° respectivamente, formam um gráben ligeiramente assimétrico, estrutura esta já caracterizada e mapeada regionalmente em afloramentos do Grupo Barreiras, segundo TORQUATO E MORAES (1997). Em certos casos, esses grábens, de certa maneira, são relacionados a eventos neotectônicos.



**Figura 21** Afloramento do Grupo Barreiras (A) com presença de falhas formando gráben ligeiramente assimétrico (B), seguido por desenho esquemático com às falhas F2 e F3 evidenciadas, respectivamente (C).

## 4. CONCLUSÕES

Como um dos objetivos do trabalho, a análise e comparação entre os lineamentos automáticos e manuais comprovaram que é possível obter dados confiáveis a partir de extração automática de lineamentos, numa situação de estrutural e tectônica bem definidas e conhecidas, principalmente para estudos de campo.

Os lineamentos obtidos do município de Divina Pastora mostram um comportamento bimodal NNW-SSE e NE-SW, concordante com as estruturas medidas em campo, refletindo mais uma vez que a metodologia se mostra eficaz em situações específicas onde a tectônica recente está bem representada.

O município de Divina Pastora possui indícios de neotectonismo, seja ele no âmbito convencional e alternativo, presentes através das estruturas encontradas no Grupo Barreiras, e nos Membros Angico e Maruim, da Formação Riachuelo, caracterizadas por fraturas verticais a subverticais, fortemente espaçadas (ABGE 1993), preenchidas ou não, planos de falha com presença de estrias e degraus, e gráben ligeiramente assimétrico.

Há a possibilidade de ocorrência de novos sismos na área, o que traria prejuízo para a comunidade que ali habita. Como o histórico da sismicidade nos mostra, em caso de recorrência de sismos na região, as direções preferenciais de propagação das ondas sísmicas tenderão a ser concordantes com as estruturas regionais mais antigas, provavelmente relacionadas a Bacia SEAL e já relatadas por outros autores.

Portanto, reforça-se o contínuo estudo da região envolvendo a Neotectônica e a sua implicação com Riscos Geológicos, além da elaboração de mapas temáticos, como o de risco de sismicidade, para aconselhamento do município e os órgãos responsáveis sobre possíveis zonas mais susceptíveis ao impacto de tais eventos.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDEIRA JR. A. N.; **Sedimentologia e microfáceis calcárias das formações Riachuelo e Cotinguiba da Bacia de Sergipe-Alagoas.** *Boletim Técnico da Petrobras.* 21, p. 17 – 69. 1978

BERROCAL, J., et al. **Sismicidade do Brasil.** São Paulo: IAG-USP – Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas - Universidade de São Paulo, 1984, 320 p.

Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p. BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil.

CAMPOS NETO, O. P. A, SOUZA LIMA, W. **Bacia Sergipe-Alagoas.** Boletim de Geociências da Petrobras. 2007. V. 15, n. 2 - maio/nov. 2007

CARNEIRO, J. P. H. **Mapeamento de Suscetibilidade de Risco Neotectônico no Município de Siriri em Sergipe.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2019.

CLIMATEMPO. Divina Pastora - SE. [S. l.], 2019. <Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/6346/divinapastora-se>. Acesso em: 17 jan. 2019.>

CONCEIÇÃO, R. A. C. da; SILVA, A. Q. da. **Extração automática de lineamentos utilizando imagens SRTM, Landsat ETM+ e ALOS PALSAR na região de Nobres, MT.** In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais [...].** Belém, Pará: INPE, 2013. *E-book* (8 p.).

CPRM. **Projeto Cadastro de Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste - Sergipe: Diagnóstico do Município de Divina Pastora.** Aracaju: Governo Federal, 2002. <Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas\\_publicacoes/cadastro\\_infraestrutura\\_sergipe/Divinapastora.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/cadastro_infraestrutura_sergipe/Divinapastora.pdf). Acesso em: 17 jan. 2019.>

DOS SANTOS, R. A. *et al.* GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE SERGIPE. In: CPRM. **PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1998.

FEIJÓ, F. J. **Bacias de Sergipe e Alagoas**. Bol. Geoc. Petrobras, n.1, v.8, p.149-161, 1994.

GHIGNONE, J. I., PEREIRA, E. B. e SOARES, A. C. R. **Geologia do centro-leste de Tucano**. Petrobras, Rd. interno n.º 990 - Direx-RPBA-Salvador, 1967.

HASUI, Y. **Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil**. In: WORKSHOP NEO-TECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CONTINENTAL CENOZÓICA NO SUDESTE BRASILEIRO, Belo Horizonte, MG, Brasil, SBG, n.11, p.1-32, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Divina Pastora**. [S. l.], 2017. <Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se/divina-pastora.html>. Acesso em: 17 jan. 2019.>

KOUTSOUKOS, E. A. M.; et al; **Upper Aptian-Lower Coniacian carbonate sequences in the Sergipe Basin, northeastern Brazil**. In: SIMO, T., B., MASSE, J. P. (EDS), Cretaceous Carbonate Platforms. *American Association of Petroleum Geologist Memoirs*. 56, p. 127 – 144, 1993.

LEITE, J.B., PASSOS, L.H., SENRA, A. S. **Levantamento histórico dos abalos sísmicos de Sergipe**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20. Anais... São Cristóvão, SE, 2010.

LEITE, J.B.; PASSOS, L.H.; SENRA, A.S. **Levantamento histórico dos abalos sísmicos em Sergipe e o caso do município de Capela**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 24. Anais... Aracaju, SE, 2011.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS, E.; SILVA, A.; BEURLIN, K. **Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte**. Rev. Bras. Geoc, v. 2, p. 173-190, 1972.

MÖRNER, N. A. **Paleoseismicity and neotectonics**. Tectonophysics. Amsterdam, v.163, p. 81-84, 1989.

OBRUCHEV, V.A. **Osnovnye cherty kinetiki i plastiki neotektoniki**. Akademiya Nauk SSSR. Izvestiya. Seriya Geologicheskaya. Moscou, n.5, p.13-24, 1948.

PASSOS, L.H.; LEITE, J.B.; SENRA, A.S. **Levantamento Histórico de Abalos Sísmicos de Sergipe e a Situação de Capela**. In: CONGRESSO SERGIPANO DE CIÊNCIA, 1. Anais... Aracaju, SE, 2011.

SAADI, A. **Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares**. *Geonomos*. 1. 1-15. 10.18285/geonomos.v1i1e2.233, 1993.

SALAMUNI, E. Tectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - Rio Claro. Tese de Doutorado, 214 p., 1998

SALIM, J.; et al. **Novos subsídios para a elucidação do episódio “Barreiras” no Rio Grande do Norte**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7. Fortaleza. Atas... Fortaleza, SBG. p. 149-158. 1975

SENRA, A.S.; FONTES, L.C.S.; FERREIRA, J.M. **Tremores em Sergipe: mapeamento da intensidade do sismo ocorrido em 30 de agosto de 2006**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44. Anais... Curitiba, PR, 2008.

SCHALLER, H. **Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe / Alagoas**. Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, 1969.

SUGUIO K.; et al. **Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira**. *Rev Brasil Geoc* 15: 273-286, 1985.

TORQUATO, R. T.; TORQUATO, A. M. P.; MORAES, R. M. de. **O graben da Fazenda Retiro Grande e outros aspectos neotectônicos na região da Praia de Redonda (Ceará)**. *Geonomos*, v. 4, n. 2, p. 17-21, 1997.

UHLEIN, A.; et al. **Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do Cráton do São Francisco**. *Geonomos*, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.

VILAS BOAS, et al. **Sedimentos terciários e quaternários do interior**. In: TEXTO explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 1996.